

## NOTAS CIENTÍFICAS

**Persistência e fitotoxicidade de herbicidas aplicados na soja sobre o girassol em sucessão<sup>(1)</sup>**

Alexandre Magno Brighenti<sup>(2)</sup>, Vinícius Junqueira Moraes<sup>(3)</sup>,  
Rubem Silvério de Oliveira Júnior<sup>(4)</sup>, Dionísio Luiz Pisa Gazziero<sup>(2)</sup>,  
Alberto Leão Lemos Barroso<sup>(5)</sup> e Jerônimo Araújo Gomes<sup>(6)</sup>

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual dos herbicidas imazaquin, imazethapyr e diclosulam aplicados na cultura da soja sobre o girassol em sucessão. Nas parcelas, foi semeado o girassol aos 60 e 90 dias após a aplicação (DAA) do imazaquin e do diclosulam e 45 e 75 DAA do imazethapyr. As subparcelas foram compostas pelos herbicidas imazaquin (150 g/ha), imazethapyr (70 g/ha) e diclosulam (33,6 g/ha) aplicados na cultura da soja, além da testemunha (sem aplicação). O girassol, semeado aos 90 e aos 75 dias após a aplicação do imazaquin e do imazethapyr na cultura da soja, respectivamente, não apresenta sintomas de fitotoxicidade. O diclosulam causa redução total do estande de girassol nas duas épocas de semeadura. A lesão causada pelos herbicidas ao girassol, observada na produtividade da cultura, é maior em ordem decrescente de fitotoxicidade: diclosulam > imazaquin > imazethapyr.

**Termos para indexação:** *Helianthus annuus*, resíduos, imazaquin, imazethapyr, diclosulam.

**Persistence and phytotoxicity of soybean herbicides on successive sunflower crop**

**Abstract** – The objective of this work was to evaluate the residual effect of imazaquin, imazethapyr and diclosulam, applied on soybean, on successive sunflower crop. In the main plots, sunflower was sowed 60 and 90 days after application (DAA) of imazaquin and diclosulam and 45 and 75 DAA of imazethapyr. The subplots consisted of imazaquin (150 g/ha), imazethapyr (70 g/ha) and diclosulam (33.6 g/ha) applied on soybean and an untreated control. The sunflower sowed 90 and 75 DAA of imazaquin and imazethapyr applied on soybean, respectively did not show symptoms of phytotoxicity. The diclosulam caused a total reduction on sunflower stand in two periods of sunflower sowing. Herbicide injury potential, as indicated by sunflower yield, was diclosulam > imazaquin > imazethapyr.

**Index terms:** *Helianthus annuus*, herbicide carryover, imazaquin, imazethapyr, diclosulam.

<sup>(1)</sup> Aceito para publicação em 9 de julho de 2001.

<sup>(2)</sup> Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Caixa Postal 231, CEP 86970-001 Londrina, PR. E-mail: [brighenti@cnpsa.embrapa.br](mailto:brighenti@cnpsa.embrapa.br), [gazziero@cnpsa.embrapa.br](mailto:gazziero@cnpsa.embrapa.br)

<sup>(3)</sup> Milênia Agro Ciências, Caixa Postal 2025, CEP 86031-610 Londrina, PR. E-mail: [jjunqueira@milenia.com.br](mailto:jjunqueira@milenia.com.br)

<sup>(4)</sup> Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900 Maringá, PR. E-mail: [rsoj@uem.br](mailto:rsoj@uem.br)

<sup>(5)</sup> Escola Superior de Ciências Agrárias de Rio Verde, Caixa Postal 104, CEP 75901-970 Rio Verde, GO. E-mail: [barroso@fesurv.br](mailto:barroso@fesurv.br)

<sup>(6)</sup> Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 3, CEP 75800-000 Jataí, GO. E-mail: [jeronimo@jatai.ufg.br](mailto:jeronimo@jatai.ufg.br)

Os herbicidas imazaquin, imazethapyr e diclosulam são registrados para o controle de plantas daninhas na cultura da soja. O efeito residual desses produtos é longo e pode prejudicar culturas em sucessão/rotação, como, por exemplo, o girassol cultivado em sucessão à cultura da soja.

Com relação ao imazaquin, o seu resíduo causa danos severos ao girassol, sendo o estande a característica mais afetada (Fleck & Vidal, 1994; Vidal & Fleck, 1994); também causa danos ao milho (Renner et al., 1988a; Mills & Witt, 1989), ao algodão (Barnes et al., 1989) e ao sorgo (Monks & Banks, 1991).

O imazethapyr também pode prejudicar o girassol semeado em sucessão à cultura da soja. Outros cultivos como pepino, espinafre, brássicas e beterraba são também sensíveis ao resíduo desse produto (Jourdan & Ayeni, 1998).

A persistência de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, ao qual pertencem o imazaquin e o imazethapyr, é influenciada por propriedades do solo como o pH (Loux & Reese, 1992), a umidade (Baughman & Shaw, 1996), o teor de matéria orgânica (Stougaard et al., 1990) e a textura (Loux & Reese, 1993).

Recomenda-se um intervalo de 300 dias entre a aplicação do imazaquin e a semeadura do milho em rotação (Rodrigues & Almeida, 1998). Quanto ao imazethapyr, recomenda-se não cultivar o milho em sucessão à soja onde foi aplicado esse herbicida. Em relação ao diclosulam, recomenda-se um período mínimo de dezoito meses entre sua aplicação e a semeadura do girassol (Embrapa, 1999).

A maioria das recomendações de intervalos de segurança existentes, principalmente para o imazaquin e o imazethapyr, se baseiam em estudos realizados nos Estados Unidos e na Europa, onde as condições edafoclimáticas são diferentes das encontradas no Brasil, o que modifica muito o comportamento deles no solo e, conseqüentemente, a resposta do girassol semeado em sucessão. Nas condições brasileiras, há indícios de que a atividade residual do imazethapyr possa afetar culturas de milho e sorgo cultivados após a soja (Silva et al., 1999a, 1999b).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual dos herbicidas imazaquin, imazethapyr e diclosulam, aplicados na cultura da soja, sobre o girassol em sucessão.

O experimento foi instalado em área de cultivo da Fazenda Brasilândia, Município de Montividiu, GO. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, com 677,0 g/kg de argila, 86,5 g/kg de silte, 236,5 g/kg de areia e 35,7 g/dm<sup>3</sup> de matéria orgânica. A pluviosidade mensal ocorrida no período experimental encontra-se na Figura 1.

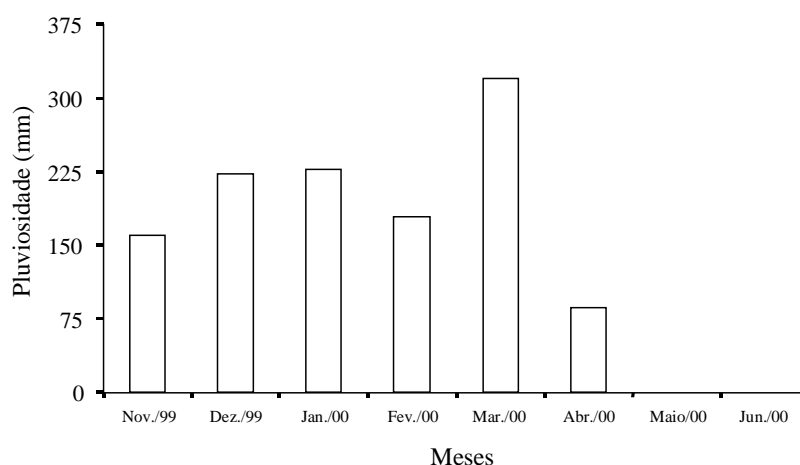
O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com cinco repetições. Nas parcelas, foi semeado o girassol em 14/1/2000 e 14/2/2000, correspondentes a 60 e 90 dias após a aplicação (DAA) do imazaquin e do diclosulam e 45 e 75 DAA do imazethapyr. Os herbicidas foram aplicados nas subparcelas, com exceção da testemunha (sem aplicação) (Tabela 1).

A soja (cv. > Conquista) foi semeada no sistema de semeadura direta em 16 de novembro de 1999 no espaçamento de 0,45 m, com 25 sementes por metro linear. O solo apresentava-se sem palha na sua superfície. A área das parcelas

foi de 112 m<sup>2</sup>, (16 x 7m) e a das subparcelas de 28 m<sup>2</sup> (4 x 7m), e a área útil, de 12,6 m<sup>2</sup>. Na semeadura, aplicaram-se 300 kg/ha da fórmula 7-23-9. A aplicação dos herbicidas imazaquin e diclosulam foi realizada após a semeadura da soja, em condições de pré-emergência da cultura. A aplicação do imazethapyr foi realizada em pós-emergência, 15 dias após a semeadura da soja. Foi utilizado pulverizador costal, à pressão constante, mantida por CO<sub>2</sub> comprimido, de 276 kPa, equipado com barra de 2,5 m de largura e seis bicos de jato plano AI 110-015, distantes, um do outro, de 0,5 m, com volume de pulverização equivalente a 170 L/ha.

Aos 60 e 90 DAA do imazaquin e do diclosulam, e aos 45 e 75 DAA do imazethapyr, a soja foi cortada com roçadeira e os restos da cultura permaneceram sobre o solo, sendo instaladas, em seguida, as duas épocas de semeadura do girassol (cv. Morgan 742) em semeadura direta, no espaçamento de 0,7 m, com quatro sementes por metro linear. A adubação de semeadura do girassol foi constituída de 300 kg/ha da fórmula 8-20-18. Aos 30 dias após a semeadura, aplicaram-se, em cobertura, 40 kg/ha de N e 1,2 kg/ha de B via foliar. O experimento foi mantido capinado durante todo o ciclo do girassol.

Foram obtidos os valores médios da altura das plantas de girassol, do diâmetro do caule e do capítulo de dez plantas escolhidas ao acaso dentro de cada subparcela, durante a floração plena da cultura. O número e o peso de aqênios por capítulo foram determinados pela contagem e pesagem dos



**Figura 1.** Pluviosidade mensal ocorrida no período de novembro de 1999 a junho de 2000, no Município de Montividiu, GO. Montividiu, GO, 1999/2000.

**Tabela 1.** Nomes técnicos, comerciais e doses dos herbicidas usados no experimento Montividiu, GO, 1999/2000.

Nome técnico	Nome comercial	Concentração	Ingrediente ativo (g/ha)	Produto comercial
Imazaquin	Topgan	150 g/L	150	1,0 L/ha
Imazethapyr	Vezir	100 g/L	70	0,7 L/ha
Diclosulam	Spider	840 g/kg	33,6	40,0 g/ha

aquênios de dez plantas escolhidas ao acaso em cada subparcela. A população de plantas foi determinada na época da colheita, pela contagem do número de plantas na área útil das subparcelas, convertendo os valores em número de plantas por hectare. O peso de mil aquênios foi obtido pela pesagem em balança. O teor de óleo foi determinado mediante ressonância magnética nuclear, com equipamento NMR, marca Oxford, modelo 4000. O rendimento de óleo foi obtido pela fórmula (teor de óleo x produtividade/100). A produtividade da cultura foi obtida avaliando-se três linhas de girassol de seis metros de comprimento, na área útil das subparcelas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Como houve redução total do estande da cultura do girassol, em razão da aplicação do herbicida diclosulam na cultura da soja, esse tratamento não fez parte da análise estatística.

O resíduo do imazaquin reduziu a altura de plantas de 164 cm (testemunha) para 145 cm na primeira época de semeadura (Tabela 2). A partir dos 90 DAA, o resíduo do imazaquin não mais afetou a altura de plantas. Quanto ao imazethapyr, os valores de altura de plantas não diferiram estatisticamente da testemunha, em nenhuma das épocas de semeadura. Com relação ao diclosulam, o seu efeito foi na redução total da população de plantas nas duas épocas de semeadura e, conseqüentemente, não foi possível obter dados referentes a nenhuma das variáveis analisadas.

Os diâmetros do caule e do capítulo não foram prejudicados pelo resíduo do imazaquin e do imazethapyr em nenhuma das épocas de semeadura (Tabela 2). O resíduo do imazaquin reduziu o número e o peso de aquênios por capítulo na primeira época de semeadura. A partir dos 90 DAA, o seu resíduo não mais afetou essas duas características. Quanto ao imazethapyr, os valores obtidos para essas duas características não diferiram estatisticamente da testemunha em nenhuma das épocas avaliadas.

Houve redução na população de plantas do girassol de 37.100 plantas/ha (testemunha) para 26.900 plantas/ha quando a semeadura foi realizada aos 60 DAA do imazaquin (Tabela 3). Vidal & Fleck (1994) também verificaram que

**Tabela 2.** Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), diâmetro do capítulo (DP), número e peso de aquênios por capítulo do girassol, em razão da aplicação dos herbicidas, em duas épocas de semeadura do girassol. Montividiu, GO, 1999/2000<sup>(1)</sup>.

Dias após a aplicação do herbicida	Herbicida	AP (cm)	DC (mm)	DP (cm)	Aquênios/capítulo	Aquênios/capítulo (g)
Semeadura em 14 de janeiro						
60	Testemunha	164,0A	22,1A	18,5A	936,4A	58,3A
60	Imazaquin 150 g/ha	145,6B	20,0A	18,2A	736,2B	45,9B
Semeadura em 14 de fevereiro						
45	Imazethapyr 70 g/ha	155,7AB	21,5A	19,0A	920,8A	59,2A
90	Testemunha	153,6A	19,4A	18,8A	721,9A	46,0A
90	Imazaquin (150 g/ha)	152,6A	19,6A	19,5A	747,6A	50,2A
75	Imazethapyr (70 g/ha)	155,9A	19,0A	18,4A	730,7A	46,2A
CV (%)		4,4	6,9	8,7	10,2	13,3

<sup>(1)</sup>Em cada coluna e para cada data de semeadura, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

o efeito mais pronunciado desse herbicida foi na redução da população de plantas de girassol, e que foi ele o fator que mais influenciou no rendimento da cultura. Aos 90 DAA, o número de plantas por hectare da testemunha (46.800) e do tratamento que recebeu imazaquim (45.500) não diferiram estatisticamente entre si. Quanto ao imazethapyr, houve redução na população de plantas de girassol na semeadura realizada aos 45 DAA. Entretanto, aos 75 DAA o resíduo deste herbicida não mais afetou esta característica.

O peso de mil aquênios não foi prejudicado pelos resíduos do imazaquim e do imazethapyr nas duas épocas de semeadura.

O resíduo do imazaquim reduziu o teor de óleo somente na primeira época de semeadura do girassol (Tabela 3). A partir dos 90 DAA, o seu resíduo não mais afetou essa característica. Em relação ao imazethapyr, os valores obtidos não diferiram estatisticamente da testemunha em nenhuma das épocas avaliadas. Ulbrich et al. (1998) constataram que são necessários intervalos mínimos de 87 (imazethapyr) e 112 (imazaquim) dias, para que ambos não causem redução na produtividade do milho-safrinha semeado após a aplicação das doses recomendadas desses produtos na cultura da soja. Gazziero et al. (1997) constataram que o imazaquim não causou efeito fitotóxico à cultura de milho quando a semeadura ocorreu a partir dos 90 dias após sua aplicação.

O rendimento de óleo e a produtividade do girassol foram reduzidos, em razão dos herbicidas imazaquim e imazethapyr na primeira época de semeadura. Porém, na segunda época, essas duas características não foram afetadas pelos resíduos dos dois herbicidas. Estudos relativos à persistência do imazaquim, em diferentes tipos de solos revelaram que a atividade residual deste herbicida variou de 120 a 150 dias (Renner et al., 1988a, 1988b). Johnson & Talbert (1993) observaram efeitos fitotóxicos ao girassol, mesmo após 16 semanas da aplicação de 140 g/ha de imazaquim em solo do Arkansas, Estados Unidos. Por outro lado, Novo et al. (1997) em um Latossolo Roxo, da região de Ribeirão Preto, SP, revelaram que, a partir de 89 dias após a aplicação de 75 g/ha e 104 dias após a aplicação de 150 e 300 g/ha do imazaquim, não foi verificada atividade residual do produto no solo.

**Tabela 3.** População de plantas, peso de mil aquênios (PMA), teor de óleo, rendimento de óleo e produtividade da cultura do girassol, em função da aplicação dos herbicidas, em duas épocas de semeadura do girassol. Montividiu, GO, 1999/2000<sup>(1)</sup>.

Dias após a aplicação do herbicida	Herbicida	População de plantas (x10 <sup>3</sup> )/ha	PMA (g)	Teor de óleo (%)	Óleo (kg/ha)	Grãos (kg/ha)
Semeadura em 14 de janeiro						
60	Testemunha	37,1A	62,3A	44,5A	962,1A	2.159,5A
60	Imazaquim (150 g/a)	26,9B	62,2A	42,7B	526,2C	1.232,5C
45	Imazethapyr (70 g/ha)	29,8B	64,0A	43,8AB	763,7B	1.740,9B
Semeadura em 14 de fevereiro						
90	Testemunha	46,8A	63,8A	42,1A	909,4A	2.157,2A
90	Imazaquim (150 g/ha)	45,5A	67,0A	41,6A	949,1A	2.279,1A
75	Imazethapyr (70 g/ha)	49,6A	63,5A	42,5A	979,0A	2.298,6A
CV (%)		9,5	4,5	1,6	11,2	11,0

<sup>(1)</sup>Em cada coluna e para cada data de semeadura, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos permitem concluir que o girassol semeado aos 90 e aos 75 dias após a aplicação do imazaquin e do imazethapyr na cultura da soja respectivamente, não apresenta sintomas de fitotoxicidade. Por outro lado, a aplicação do diclosulam causa redução total do estande de girassol nas duas épocas de semeadura. A sensibilidade da cultura é maior em ordem decrescente de fitotoxicidade: diclosulam > imazaquin > imazethapyr.

### Agradecimentos

Aos proprietários da Fazenda Brasilanda, Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Marion Kompier e Wilhelmus Kompier, e aos técnicos da Fazenda Brasilanda, Ariston Vieira e Lázaro Alves, pela condução do experimento. Ao técnico agrícola da Milênia Agro Ciências, Divino Sérgio Ferreira, pela aplicação dos tratamentos. Aos técnicos agrícolas da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Roberval Fagundes e Esmael da Silva, pela colheita do girassol.

### Referências

- BARNES, C. J.; GOETZ, A. J.; LOVY, T. L. Effects of imazaquin residues on cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, n. 6, p. 820-824, 1989.
- BAUGHMAN, T. A.; SHAW, D. R. Effect of wetting/drying cycles on dissipation patterns of bioavailable imazaquin. **Weed Science**, Champaign, v. 44, n. 2, p. 380-382, 1996.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1999/2000**. Londrina, 1999. 226 p. (Documentos, 132).
- FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Injúria potencial de herbicidas de solo ao girassol. III: Imazaquin e imazethapyr. **Planta Daninha**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 39-43, 1994.
- GAZZIERO, D. L. P.; KARAN, D.; VOLL, E.; ULBRICH, A. Persistência dos herbicidas imazaquin e imazethapyr no solo e seus efeitos sobre plantas de milho e pepino. **Planta Daninha**, Botucatu, v. 15, n. 2, p. 162-169, 1997.
- JOHNSON, D. H.; TALBERT, R. E. Imazaquin, chlorimuron, and fomesafen may injure rotational vegetables and sunflower (*Helianthus annuus*). **Weed Technology**, Champaign, v. 7, n. 3, p. 573-577, 1993.
- JOURDAN, S. W.; AYENI, A. O. Imazethapyr bioactivity and movement in soil. **Weed Science**, Lawrence, v. 46, n. 5, p. 608-613, 1998.
- LOUX, M. M.; REESE, K. D. Effect of soil pH on adsorption and persistence of imazaquin. **Weed Science**, v. 40, n. 3, p. 490-496, 1992.
- LOUX, M. M.; REESE, K. D. Effect of soil type and pH on persistence and carryover of imidazolinone herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 7, n. 2, p. 452-458, 1993.
- MILLS, J. A.; WITT, W. W. Efficacy, phytotoxicity, and persistence of imazaquin, imazethapyr and clomazone in no-till double-crop soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, n. 3, p. 353-359, 1989.

- MONKS, C. D.; BANKS, P. A. Rotational crop response to chlorimuron, clomazone and imazaquin applied in the previous year. **Weed Science**, Champaign, v. 39, n. 4, p. 629-633, 1991.
- NOVO, M. C. S. S.; CRUZ, L. P.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; TREMOCOLDI, W. A.; IGUE, T. Persistência de imazaquin em latossolo roxo cultivado com soja. **Planta Daninha**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 30-38, 1997.
- RENNER, K. A.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. Effect of soil pH on imazaquin and imazethapyr adsorption to soil and phytotoxicity to corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Champaign, v. 36, n. 1, p. 78-83, 1988a.
- RENNER, K. A.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. Response of corn (*Zea mays*) cultivars to imazaquin. **Weed Science**, Champaign, v. 36, n. 5, p. 625-628, 1988b.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: [s.n.], 1998. 648 p.
- SILVA, A. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; COSTA, E. R.; FERREIRA, L. R. Efeito residual no solo dos herbicidas imazamox e imazethapyr para as culturas de milho e sorgo. **Planta Daninha**, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 345-354, 1999a.
- SILVA, A. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; COSTA, E. R.; FERREIRA, L. R.; CONSTANTIN, J.; APOLONI, D. K. M.; OLIVEIRA, M. F. Persistência de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas e efeitos sobre as culturas sucessoras de milho e sorgo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 459-465, 1999b.
- STOUGAARD, R. N.; SHEA, P. J.; MARTIN, A. R. Effect of soil type and pH on adsorption, mobility and efficacy of imazaquin and imazethapyr. **Weed Science**, Champaign, v. 36, n. 1, p. 67-73, 1990.
- ULBRICH, A. V.; RODRIGUES, B. N.; LIMA, J. Efeito residual dos herbicidas imazaquin e imazethapyr, aplicados na soja, sobre o milho safrinha. **Planta Daninha**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 137-147, 1998.
- VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Injúria potencial de herbicidas de solo ao girassol. IV: Rendimento de aquênios e componentes do rendimento. **Planta Daninha**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 44-51, 1994.